

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-315357

(43)Date of publication of application : 26.11.1993

(51)Int.Cl.

H01L 21/336

H01L 29/784

H01L 21/324

(21)Application number : 04-117779

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 11.05.1992

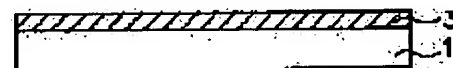
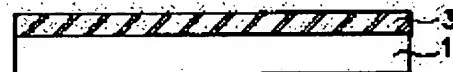
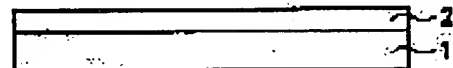
(72)Inventor : UEDA TORU

(54) MANUFACTURE OF THIN FILM TRANSISTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a thin film transistor having a high responding speed and a small leakage current by heat treating a nonsingle crystalline silicon film in a gas atmosphere containing a hydrogen compound of a halogen element and further obtaining a polycrystalline silicon film having excellent crystallinity.

CONSTITUTION: When a thin film transistor using a polycrystalline silicon film 3 as a channel region is manufactured, the silicon film is heat treated in a mixture gas atmosphere of a hydrogen compound of a halogen element and oxidative gas thereby to form the polycrystalline silicon film 3. For example, after an amorphous silicon film 2 is formed on an insulating board 1 by an LPCVD method, it is heat treated at 600° C for 24 hours in a nitrogen gas atmosphere, the film 2 is polycrystallized to form a polycrystalline silicon film 3. Then, after it is thermally heat treated at 950°C for 120min in a mixture gas atmosphere of hydrogen chloride gas and oxygen gas, a silicon oxide film 3c on the film 3 is removed by using buffer hydrofluoric acid.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

19.01.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2779289

[Date of registration]

08.05.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-315357

(43)公開日 平成5年(1993)11月26日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/336				
29/784				
21/324	Z	8617-4M		
		9066-4M	H 0 1 L 29/ 78	3 1 1 Y

審査請求 未請求 請求項の数 4(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平4-117779

(22)出願日 平成4年(1992)5月11日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 上田 徹

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

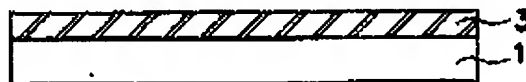
(74)代理人 弁理士 山本 秀策

(54)【発明の名称】 薄膜トランジスタの製造方法

(57)【要約】

【構成】 多結晶シリコン膜3を塩化水素等のハロゲン元素の水素化合物と酸素ガス等の酸化性気体との混合気体雰囲気中で熱処理する。

【効果】 チャンネル領域を構成する多結晶シリコン膜3の欠陥をアニーリング効果によって回復させるだけでなく、この欠陥のうちの主としてダングリングボンドに塩素等のハロゲン元素を結合させることにより不活性化させることができるので、結晶性に優れた多結晶シリコン膜3をチャンネル領域とした応答速度が速くリーク電流の少ない薄膜トランジスタを得ることができるようになる。



(2)

特開平5-315357

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】チャンネル領域に多結晶シリコン膜を用いた薄膜トランジスタの製造方法であって、非単結晶シリコン膜をハロゲン元素の水素化合物と酸化性気体との混合気体雰囲気中で熱処理をすることにより、該多結晶シリコン膜を形成する工程を有する薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項2】前記非単結晶シリコン膜を前記混合気体雰囲気中で熱処理する工程で、前記多結晶シリコン膜の表層部にシリコン酸化膜を形成し、該シリコン酸化膜をゲート絶縁膜として用いる請求項1に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項3】チャンネル領域に多結晶シリコン膜を用いた薄膜トランジスタの製造方法であって、非単結晶シリコン膜をハロゲン元素の水素化合物の気体雰囲気中、又は、このハロゲン元素の水素化合物と不活性気体との混合気体雰囲気中で熱処理をすることにより、該多結晶シリコン膜を形成する工程を有する、薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項4】前記非単結晶シリコン膜の表層部にシリコン酸化膜を形成した後に、前記熱処理を行うことにより、前記多結晶シリコン膜を形成する請求項3に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、チャンネル領域に多結晶シリコン膜を用いた薄膜トランジスタの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】完全CMOS型のSRAM (static random access memory) におけるメモリセル内の負荷素子や、ドライバモノリシック型の液晶ディスプレイ装置 (LCD) における絵素部のスイッチング素子及びその周辺回路を構成する回路素子等には、チャンネル領域を多結晶シリコン膜に形成したMOSFETからなる薄膜トランジスタが広く用いられている。そして、これらの薄膜トランジスタは、メモリセルの負荷用やLCDの駆動用に用いられるので、応答速度が速く、リーク電流が少ない等の特性が要求される。このため、薄膜トランジスタのチャンネル領域に用いられる多結晶シリコン膜も、欠陥 (局在準位) の少ない結晶性に優れたものでなければならない。

【0003】結晶性に優れた多結晶シリコン膜を得るために、従来は、例えば下記文献に示すような製造工程が提案されていた。

【0004】T.Aoyama, et al.: Extended Abstracts of the 22nd (1990 International) Conference on Solid

2

mical Vapour Deposition) 法により非晶質シリコン膜2を800オングストロームの厚さに形成する。次に、図18に示すように、窒素ガス (N₂) 雰囲気中で600℃、20時間の熱処理を行い、非晶質シリコン膜2を多結晶化させて多結晶シリコン膜3とする。また、素子領域をパターンニングの後、図19に示すように、この多結晶シリコン膜3上にシリコン酸化膜 (SiO₂) からなるゲート絶縁膜4を形成すると共に、このゲート絶縁膜4上の一部に多結晶シリコンからなるゲート電極5を形成し、このゲート電極5をマスクとして多結晶シリコン膜3にリン (P) をイオン注入することにより、n'のソース領域3a及びドレイン領域3bを形成する。そして、さらに窒素ガス雰囲気中で1000℃、1時間の熱処理を行うことにより、注入不純物の活性化と多結晶シリコン膜3の結晶中の欠陥を回復させる。

【0005】また、結晶性に優れた多結晶シリコン膜を得るために、下記文献に示すような製造工程も提案されている。

【0006】S.Ikeda, et al.: IEDM90, pp.469

この製造工程は、まず図20に示すように、絶縁性基板1上の一部にゲート電極5を形成し、さらにこの上をLPCVD法によって堆積したシリコン酸化膜からなるゲート絶縁膜4で覆う。次に、図21に示すように、ゲート絶縁膜4上にモノシラン (SiH₄) を原料ガスとして520℃の条件でLPCVD法により非晶質シリコン膜2を400オングストロームの厚さに形成する。この非晶質シリコン膜2は、図22に示すように、酸素ガス (O₂) 雰囲気中で800℃、10分間の熱処理を行うことにより多結晶化させて多結晶シリコン膜3すると共に、この多結晶シリコン膜3の表層部にシリコン酸化膜3cを形成する。また、この多結晶シリコン膜3は、図23に示すように、適当なマスクを用いてホウ素 (B) をイオン注入することにより、p'のソース領域3aとドレイン領域3bを形成する。そして、さらに窒素ガス雰囲気中で850℃、20分間の熱処理を行うことにより、注入不純物の活性化と多結晶シリコン膜3の結晶中の欠陥を回復させる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来の製造方法では、いずれも多結晶シリコン膜3に対して窒素ガス又は酸素ガス雰囲気中で熱処理を行っているだけなので、熱的なアニーリング効果によって結晶中の欠陥をある程度回復させるにすぎず、十分に結晶性の優れた多結晶シリコン膜3を得ることができないという問題があった。

【0008】本発明は、上記事情に鑑み、ハロゲン元素の水素化合物を含む気体雰囲気中で熱処理を行うことに

(3)

特開平5-315357

3

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の薄膜トランジスタの製造方法は、チャンネル領域に多結晶シリコン膜を用いた薄膜トランジスタの製造方法であって、非晶質シリコン膜又は多結晶シリコン膜（非単結晶シリコン膜）をハロゲン元素の水素化合物と酸化性気体との混合気体雰囲気中で熱処理することにより、チャンネル領域の多結晶シリコン膜を形成し、そのことにより上記目的が達成される。

【0010】非晶質シリコン膜又は多結晶シリコン膜をハロゲン元素の水素化合物と酸化性気体との混合気体雰囲気中で熱処理することにより、チャンネル領域の多結晶シリコン膜の表層部に形成されるシリコン酸化膜をゲート絶縁膜として用いてもよい。

【0011】本発明の他の製造方法は、チャンネル領域に多結晶シリコン膜を用いた薄膜トランジスタの製造方法であって、非晶質シリコン膜又は多結晶シリコン膜をハロゲン元素の水素化合物の気体雰囲気中、又は、このハロゲン元素の水素化合物と不活性気体との混合気体雰囲気中で熱処理することにより、チャンネル領域の多結晶シリコン膜を形成してもよい。

【0012】非晶質シリコン膜又は多結晶シリコン膜の表層部にシリコン酸化膜を形成してから、ハロゲン元素の水素化合物の気体雰囲気中、又は、このハロゲン元素の水素化合物と不活性気体との混合気体雰囲気中で熱処理を行うことにより、チャンネル領域の多結晶シリコン膜を形成してもよい。

【0013】

【作用】基板上にCVD法等によって形成された非晶質シリコン膜は、例えば不活性気体中で熱処理を行うことにより多結晶化し多結晶シリコン膜となる。ただし、このようにして形成した多結晶シリコン膜には、結晶中に多数の欠陥が存在する。請求項1の発明は、基板上にCVD法等によって形成された非晶質シリコン膜、又は、これを上記の処理で多結晶化した多結晶シリコン膜について、ハロゲン元素の水素化合物と酸化性気体との混合気体中で熱処理を行うものである。非晶質シリコン膜を直接熱処理した場合には、まずこの非晶質シリコン膜が多結晶化して多結晶シリコン膜となる。そして、このようにして多結晶化した多結晶シリコン膜にも、当初は結晶中には多数の欠陥が存在する。

【0014】ハロゲン元素としては、フッ素（F）、塩素（Cl）、臭素（Br）、ヨウ素（I）及びアスタチン（At）がある。ただし、アスタチンは、放射性元素であり、ごく微量にしか存在しないため、その使用は実用的ではない。ハロゲン元素の水素化合物としては、フッ化水素（HF）、塩化水素（HCl）、臭化水素（H

4

【0015】上記ハロゲン元素の水素化合物と酸化性気体との混合気体による熱処理は、多結晶シリコン膜（この熱処理で多結晶化された多結晶シリコン膜も含む）に対して熱的なアニーリング効果（アニール）を及ぼし、結晶中の欠陥をある程度回復させる。また、この際、水素化合物中のハロゲン元素が多結晶シリコン膜内に拡散し、結晶中に残された欠陥の主にダングリングボンドに結合することによって、この欠陥を不活性化させる。さらに、酸化性気体によって多結晶シリコン膜の表層部が酸化されシリコン酸化膜が形成されるので、ハロゲン元素の水素化合物によってこの多結晶シリコン膜の表面がエッチングされるのを防止することができる。

【0016】この結果、本発明の薄膜トランジスタの製造方法によれば、チャンネル領域を構成する多結晶シリコン膜の欠陥をアニーリング効果によって回復させるだけでなく、この欠陥のうちの主としてダングリングボンドにハロゲン元素を結合させることにより不活性化させることができるので、結晶性に優れた多結晶シリコン膜をチャンネル領域とした応答速度が速くリーク電流の少ない薄膜トランジスタを得ることができるようになる。また、この熱処理の際に、多結晶シリコン膜の表面をシリコン酸化膜によって保護することができる。

【0017】請求項2の発明では、上記多結晶シリコン膜の表層部に形成されたシリコン酸化膜をそのままゲート酸化膜として利用することができるので、別途ゲート酸化膜を形成する工程を設ける必要がなくなる。

【0018】請求項3の発明は、請求項1におけるハロゲン元素の水素化合物と酸化性気体との混合気体を、ハロゲン元素の水素化合物単独、又は、このハロゲン元素の水素化合物と不活性気体との混合気体に代えて熱処理を行っている。従って、本発明の場合も、熱的なアニーリング効果により多結晶シリコン膜の結晶中の欠陥をある程度回復させると共に、ハロゲン元素をダングリングボンドに結合させることによって、この結晶中に残った欠陥を不活性化させるという請求項1と同様の効果を得ることができる。

【0019】なお、ハロゲン元素の水素化合物に不活性気体を混合するかどうかは、本発明の効果には直接関係はない。しかしながら、工程の安全性を考慮すれば、ハロゲン元素の水素化合物を単体で使用するより不活性気体で希釈して使用した方がよいと考えられる。

【0020】上記請求項3の発明の場合には、酸化性気体を使用しないため、多結晶シリコン膜の表層部にシリコン酸化膜が形成されないため、ハロゲン元素の水素化合物によるエッチングが発生するおそれがある。そこで、このエッチングが問題となる場合には、請求項4の発明に示すように、多結晶シリコン膜の表面に予め保護

(4)

特開平5-315357

5

6

程は、ハロゲン元素の水素化合物による熱処理温度よりも低い温度で行われる。

【0021】

【実施例】以下に、本発明を実施例について説明する。

【0022】図1から図5は、それぞれ本発明の薄膜トランジスタの製造方法を示す各工程の縦断面図であり、図6は薄膜トランジスタの縦断面図である。なお、図17から図23に示した従来例と同様の機能を有する構成部材には同じ番号を付記する。

【0023】本薄膜トランジスタの製造方法は、まず、図1に示すように、絶縁性基板1上に500℃の条件でLPCVD法により非晶質シリコン膜2を110nmの厚さに形成する。この際、原料ガスとしてジシラン(Si_2H_6)を100sccmと窒素ガスを400sccm使用し、圧力は50Paとする。次に、図2に示すように、窒素ガス雰囲気中で600℃、24時間の熱処理を行い、非晶質シリコン膜2を多結晶化させて多結晶シリコン膜3とする。ただし、ここで形成した多結晶シリコン膜3には、まだ結晶中に多数の欠陥が存在する。

【0024】上記絶縁性基板1上の多結晶シリコン膜3は、塩化水素ガスと酸素ガスの混合気体雰囲気中で950℃の温度により120分間熱酸化処理が行われる。ここで、塩化水素ガスは毎分0.24リットルの流量とし、酸素ガスは毎分8リットルの流量とする。すると、図3に示すように、多結晶シリコン膜3の表面部には、シリコン酸化膜3cが600オングストロームの厚さで形成される。従って、多結晶シリコン膜3は、このシリコン酸化膜3cに保護されて、塩化水素ガスによるエッチングを免れることができる。また、この際、多結晶シリコン膜3は、熱的なアニーリング効果によって、結晶中の欠陥がある程度回復される。しかも、塩化水素ガス中の塩素がこの多結晶シリコン膜3内に拡散し、結晶中に残された欠陥の主にダングリングボンドに結合することによって、この欠陥を不活性化させる。なお、ここで使用する塩化水素ガスに代えて他のハロゲン元素の水素化合物を用いることもできる。また、酸素ガスは、亜塩化窒素ガス等の他の酸化性気体を用いることもできる。

【0025】上記のようにして熱酸化処理が終わると、図4に示すように、多結晶シリコン膜3表面のシリコン酸化膜3cを10:1のバッファドフッ酸(BHF)を用いて除去する。そしてこの後、素子領域をパターンニングし、図5に示すように、シリコン酸化膜によるゲート絶縁膜4をLPCVD法によって85nmの厚さに堆積すると共に、このゲート絶縁膜4上の一部にリンをドーブしたシリコンからなるゲート電極5を形成する。また、多結晶シリコン膜3には、このゲート電極5をマスクとしてリンを 100keV 、 $1 \times 10^{13}\text{cm}^{-2}$ の条件

は、チャンネル領域となる。

【0026】上記のようにして多結晶シリコン膜3にソース領域3aとドレイン領域3bとが形成されると、図6に示すように、ゲート絶縁膜4及びゲート電極5上に層間絶縁膜6を500nmの厚さに形成する。そして、不純物活性化のために、窒素ガス雰囲気中で900℃、30分間の熱処理を行った後に、コンタクトホールを設けて、1パーセントのシリコンを混入したアルミニウム(Al-Si)による電極7を形成する。

【0027】この結果、本実施例の薄膜トランジスタの製造方法によれば、多結晶シリコン膜3の熱酸化処理により、結晶中の欠陥をアニーリング効果によって回復させるだけでなく、この欠陥のうちの主としてダングリングボンドに塩素等のハロゲン元素を結合させることにより不活性化させることができるので、チャンネル領域を構成する多結晶シリコン膜3の結晶性を向上させ、応答速度が速くリーク電流の少ない薄膜トランジスタを得ることができるようになる。また、この熱酸化処理の際、酸素ガス等の酸化性気体を用いることにより多結晶シリコン膜3の表面をシリコン酸化膜3cで覆うことができるので、塩化水素ガス等によってエッチングが行われるのを防止することができる。

【0028】なお、本実施例における図3に示した熱酸化処理等における加熱は、多結晶シリコン膜3に赤外線ランプ又は紫外線(UV)ランプの光を照射したり、アルゴンイオンレーザやエキシマレーザ等のレーザ光を照射することによって行うことができる。また、これらいずれかの光照射の際に、絶縁性基板1自体も、例えば400℃～600℃程度に加熱するようにしてもよい。

【0029】また、本実施例では、図2に示したように、窒素ガス雰囲気中で熱処理することにより、絶縁性基板1上の非晶質シリコン膜2を多結晶化させて多結晶シリコン膜3としたが、この工程を省略して、非晶質シリコン膜2に直接図3に示した熱酸化処理を行うことにより、この工程で多結晶化させ多結晶シリコン膜3にすることもできる。

【0030】さらに、本実施例では、図3に示した熱酸化処理に酸素ガス等の酸化性気体を使用しているが、塩化水素ガス等のハロゲン元素の水素化合物と不活性ガスとの混合気体雰囲気中で熱処理を行うようにすることもできる。不活性ガスとしては、窒素ガス、アルゴン(Ar)ガス又はヘリウム(He)ガス等が用いられる。例えば、塩化水素ガスと窒素ガスとを用いる場合、塩化水素ガスの流量を毎分0.24リットルとし、窒素ガスの流量を毎分8リットルとして、950℃、120分間の条件で熱処理を行うことにより、上記と同様の効果を得ることができる。ただし、この場合には、多結晶シリコ

(5)

特開平5-315357

7

納しておいてもよい。また、この熱処理を塩化水素ガス等のハロゲン元素の水素化合物のみを用いた気体雰囲気中で行っても同様の効果を得ることができる。ただし、工程の安全性の観点からは、不活性ガスで希釈して使用の方がよいと考えられる。

【0031】図7から図11は、本発明の他の実施例を示している。図7から図10のそれぞれは、薄膜トランジスタの製造方法を示す各工程の縦断面図であり、図10は薄膜トランジスタの縦断面図である。なお、図1から図6に示した第1実施例と同様の機能を有する構成部材には同じ番号を付記する。

【0032】本薄膜トランジスタの製造方法において、図7に示す絶縁性基板1上への非晶質シリコン膜2の形成と、図8に示すこの非晶質シリコン膜2の多結晶化による多結晶シリコン膜3の形成工程は、図1と図2に示した第1実施例の場合と同じである。

【0033】ただし、本実施例では、上記のようにして形成した多結晶シリコン膜3を、図9に示すように、素子領域にパターンニングした後に、図10に示すように、塩化水素ガスと酸素ガスの混合気体雰囲気中で熱酸化処理する。すると、この場合は、表層部に形成されたシリコン酸化膜4がパターンニングされた多結晶シリコン膜3を完全に覆うので、このシリコン酸化膜4をそのままゲート絶縁膜として使用することができるようになる。従って、本実施例では、このシリコン酸化膜4を除去する必要がなくなり、図11に示すように、シリコン酸化膜4上に直接ゲート電極5を形成し、このゲート電極5をマスクとしてリンをイオン注入することにより、n'のソース領域3a及びドレイン領域3bを形成する。そして、これらシリコン酸化膜4及びゲート電極5上に層間絶縁膜6を形成すると共に、コンタクトホールを設けて電極7を形成すると、第1実施例と同様の薄膜トランジスタを形成することができる。

【0034】この結果、本実施例の薄膜トランジスタの製造方法の場合にも、熱酸化処理によるアニーリング効果に加えて、塩素等のハロゲン元素により結晶中の欠陥を不活性化させることができるので、多結晶シリコン膜3の結晶性を向上させることができる。また、この熱酸化処理の際に、多結晶シリコン膜3の表面をシリコン酸化膜4で覆うことにより、塩化水素ガス等によってエッチングが行われるのを防止することができる。さらに、このシリコン酸化膜4をそのままゲート絶縁膜として使用することができるので、ゲート絶縁膜の形成工程を省略できるようになる。

【0035】図12から図16は、本発明のさらに他の実施例を示す。図12から図15のそれぞれは、薄膜トランジスタの製造方法の各工程を示す縦断面図であり、

8

【0036】本薄膜トランジスタの製造方法については、絶縁性基板1上にゲート電極5を直接形成する場合を説明する。このゲート電極5を形成した絶縁性基板1上は、図12に示すように、CVD法によって形成されたゲート絶縁膜4によって覆われる。また、このゲート絶縁膜4上には、非晶質シリコン膜が形成され、図13に示すように、窒素雰囲気中で多結晶化され多結晶シリコン膜3となる。

【0037】上記のようにして多結晶シリコン膜3が形成されると、図14に示すように、塩化水素ガスと酸素ガスの混合気体雰囲気中で熱酸化処理が行われ、多結晶シリコン膜3の表層部にシリコン酸化膜3cが形成される。そして、図15に示すように、適当なマスクによって、多結晶シリコン膜3にリンをイオン注入することにより、n'のソース領域3aとドレイン領域3bとを形成する。そして、図16に示すように、この多結晶シリコン膜3上に層間絶縁膜6を形成すると共に、コンタクトホールを設けて電極7を形成すると、薄膜トランジスタを形成することができる。

【0038】この結果、本実施例の薄膜トランジスタの製造方法の場合にも、熱酸化処理の際のアニーリング効果に加えて、塩素等のハロゲン元素により結晶中の欠陥を不活性化させることができるので、多結晶シリコン膜3の結晶性を向上させることができる。また、この熱酸化処理の際に、多結晶シリコン膜3の表面をシリコン酸化膜3cで覆うことにより、塩化水素ガス等によってエッチングが行われるのを防止することができる。

【0039】本発明の効果を定量的に評価するために、電子スピン共鳴法(E SR)を用いて、多結晶シリコン膜中のダングリングボンド密度を測定した。この測定のためには、以下に説明する方法で、複数のサンプルを形成した。

【0040】まず、絶縁性基板1上に500℃の条件でLPCVD法により非晶質シリコン膜を110nmの厚さに形成した後、窒素ガス雰囲気中で600℃、24時間の熱処理を行い、非晶質シリコン膜を多結晶化させて多結晶シリコン膜とした。非晶質シリコン膜は、原料ガスとしてジシラン(Si₂H₆)を100sccmと窒素ガスを400sccm使用し、圧力は50Paとして形成した。

【0041】その後、第1のサンプルに対しては、塩化水素ガスと酸素ガスの混合気体雰囲気中で950℃の温度により120分間熱酸化処理を行った。塩化水素ガスは毎分0.24リットルの流量とし、酸素ガスは毎分8リットルの流量とした。シリコン酸化膜が600オングストロームの厚さに形成された。第2のサンプルに対しては、酸素ガス雰囲気中で950℃の温度により120分間熱酸化処理を行った。酸素ガスは毎分8リットルの

9

理を行った。窒素ガスは毎分10リットルの流量とした。

【0042】熱処理前の多結晶シリコン膜、第1のサンプルの多結晶シリコン膜、第2のサンプルの多結晶シリコン膜、及び第2のサンプルの多結晶シリコン膜について、ESRにより測定されたダングリングボンド密度は、それぞれ、 $5.2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ 、 $7 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ 、 $1.4 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ 、及び $2.5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ であった。

【0043】この測定結果から明らかなように、第1のサンプルの多結晶シリコン膜のダングリングボンド密度が最も小さく、本発明の方法により得られた多結晶シリコン膜が最も結晶性に優れた膜である。

【0044】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明の薄膜トランジスタの製造方法によれば、チャンネル領域を構成する多結晶シリコン膜の欠陥をアニーリング効果によって回復させるだけでなく、この欠陥のうちの主としてダングリングボンドにハロゲン元素を結合させることにより不活性化させることができるので、結晶性に優れた多結晶シリコン膜をチャンネル領域とした応答速度が速くリーク電流の少ない薄膜トランジスタを得ることができるようになる。また、熱処理の際に、多結晶シリコン膜の表面をシリコン酸化膜によって保護し、ハロゲン元素の水素化合物によるエッチングを防止することもできるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の薄膜トランジスタの製造方法（第1の実施例）を示す工程断面図である。

【図2】本発明の第1の実施例を示す工程断面図である。

【図3】本発明の第1の実施例を示す工程断面図である。

【図4】本発明の第1の実施例を示す工程断面図である。

(5)

特開平5-315357

10

*【図5】本発明の第1の実施例を示す工程断面図である。

【図6】本発明の第1の実施例により製造された薄膜トランジスタの断面図である。

【図7】本発明の他の薄膜トランジスタの製造方法（第2の実施例）を示す工程断面図である。

【図8】本発明の第2の実施例を示す工程断面図である。

【図9】本発明の第2の実施例を示す工程断面図である。

【図10】本発明の第2の実施例を示す工程断面図である。

【図11】本発明の第2の実施例により製造された薄膜トランジスタの断面図である。

【図12】本発明のさらに他の薄膜トランジスタの製造方法（第3の実施例）を示す工程断面図である。

【図13】本発明の第3の実施例を示す工程断面図である。

【図14】本発明の第3の実施例を示す工程断面図である。

【図15】本発明の第3の実施例を示す工程断面図である。

【図16】本発明の第3の実施例により製造されたトランジスタの断面図である。

【図17】従来例を示す工程断面図である。

【図18】その従来例を示す工程断面図である。

【図19】その従来例を示す工程断面図である。

【図20】他の従来例を示す工程断面図である。

【図21】その従来例を示す工程断面図である。

【図22】その従来例を示す工程断面図である。

【図23】その従来例を示す工程断面図である。

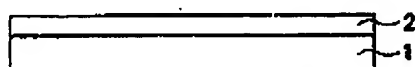
【符号の説明】

2 非晶質シリコン膜

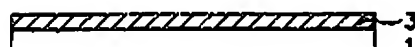
3 多結晶シリコン膜

* 4 ゲート絶縁膜

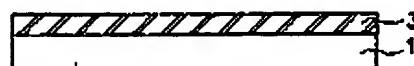
【図1】



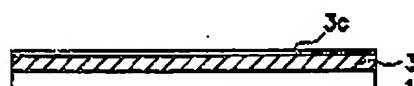
【図4】



【図2】



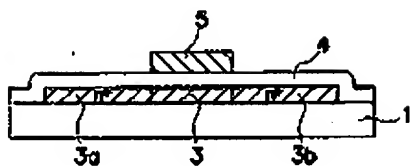
【図3】



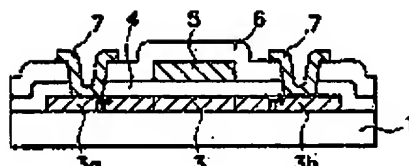
(7)

特開平5-315357

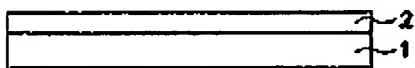
【図5】



【図6】



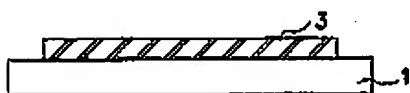
【図7】



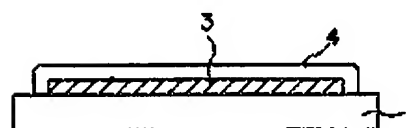
【図8】



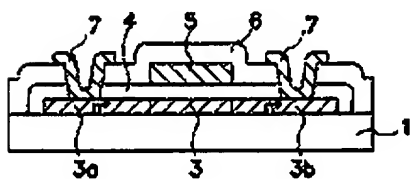
【図9】



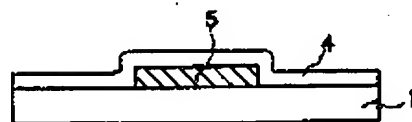
【図10】



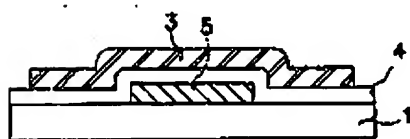
【図11】



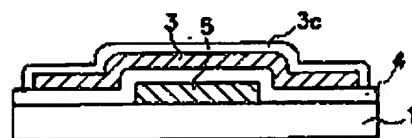
【図12】



【図13】



【図14】



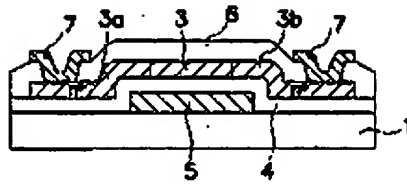
【図15】



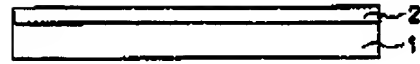
(8)

特開平5-315357

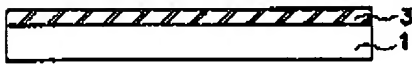
【図16】



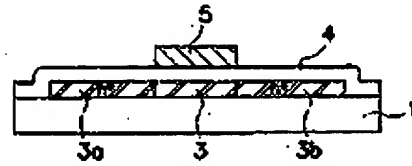
【図17】



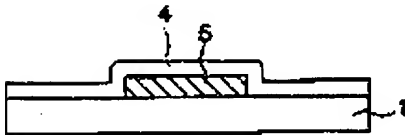
【図18】



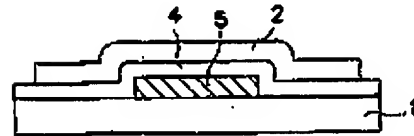
【図19】



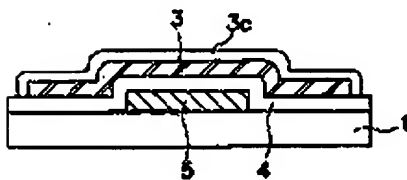
【図20】



【図21】



【図22】



【図23】

